第47卷　第1期
2024年1月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 47　No. 1
Jan. 2024

# 中国农业农村现代化发展水平测度及其协调性研究

孟　晓，田明华，杜　磊，马　爽

（北京林业大学经济管理学院，北京　100083）

**摘　要：**推进农业农村现代化是全面建设社会主义现代化强国的重大任务。通过构建评价指标体系测度2010—2020年中国30个省（市、区）的农业农村现代化发展水平并分析其时空特征，引入耦合协调度模型分析农业现代化与农村现代化协调性并探索其空间相关性，通过判断相对滞后类型发现农业农村现代化发展的短板。结果显示：（1）2010—2020年中国农业农村现代化、农村现代化和农业现代化发展水平均为波动上升趋势；农业农村现代化中高和高水平等级小范围集聚在沿海地区，其余地区则均为中低和低水平等级；农业现代化发展水平和农村现代化发展水平空间分布差异较大。（2）农业现代化与农村现代化耦合协调度不断提高，但高值与低值集聚区对立趋势增强。（3）耦合协调等级优劣与农业农村现代化发展水平等级高低呈同向相关。初级协调及以上类型中上海、天津、北京表现为农业现代化发展水平相对滞后，山东、浙江、福建表现为农村现代化发展水平相对滞后，江苏、广东则较均衡发展；其他地区属于勉强协调及以下类型，表现为农村现代化发展水平相对滞后或农业现代化发展水平和农村现代化发展水平"双低"且失调。

**关 键 词：**农业农村现代化；发展水平；耦合协调；时空特征

**文章编号：**1000－6060(2024)01－0137－10(0137～0146)

农业农村现代化是实施乡村振兴战略的总目标，在中国式现代化进程中具有举足轻重的地位[1-2]。2022年国务院印发《"十四五"推进农业农村现代化规划》，首次提出农业现代化和农村现代化一体设计、一并推进，现阶段提高农业农村现代化发展水平、协调推进农业现代化和农村现代化发展是"三农"工作的重中之重。"十四五"初期，中国完成了消除农村绝对贫困人口、全面建成小康社会的目标任务，进入加快农业农村现代化发展的新阶段[1-2]，但仍存在许多问题与挑战。一是农业现代化与发达国家存在差距。中国农业科技贡献率仍落后于发达国家[3]；非专业化、碎片化以及小规模农业生产经营模式不利于降低生产成本；化肥、农药使用强度高于国际安全上限标准和世界平均水平[3-6]。二是中国农村与城镇发展存在差距。农村自来水普及率低于城镇15个百分点[7]，文化、教育、医疗、养老等公共服务缺口较大，城乡居民收入差距未发生根本性变化[1,4-5]。三是农业现代化与农村现代化发展存在"差速问题"，不利于协调推进农业农村现代化[8]。四是省域农业农村现代化发展水平具有显著的区域差异，影响全面实现农业农村现代化进程[9-11]。

党的十九大之前，关于农业现代化的研究占绝大部分[6,12]，党的十九大提出"加快推进农业农村现代化"并将"农村现代化"与"农业现代化"一并作为新时代"三农"工作的总目标[13]。专家学者们认为农业农村现代化由农业现代化与农村现代化有机耦合而成，农业现代化与农村现代化相对独立又相互联系、相互促进又相互交融[6,8,14-16]，若将农业现代化与农村现代化割裂或者厚此薄彼，就会陷入农业加快发展和农村加速凋敝的"极化陷阱"[8,13]。为了解中国农业农村现代化发展进程，专家学者们通过构建农业农村现代化指标体系，采用熵权TOPSIS或

**收稿日期：**2023-07-05；　**修订日期：**2023-08-24
**基金项目：**国家社会科学基金一般项目(21BJY196)资助
**作者简介：**孟晓(1996-)，女，博士研究生，主要从事农林经济管理政策方面的研究. E-mail: mengxiao0320@163.com
**通讯作者：**田明华(1969-)，男，教授，主要从事农林经济管理政策等方面的研究. E-mail: tmhbjfu@163.com

多元线性加权法评价全国或区域的农业农村现代化发展水平[10,17-19]，并指出实现农业农村现代化要重视农业农村现代化的中国特色，厘清区位地理条件、人地关系等资源禀赋、土地制度、农地社会保障功能等对农业农村现代化的影响[1-2,5,20]。

综上所述，当前关于农业农村现代化的研究侧重理论内涵辨析与路径研究等定性分析，定量研究多为构建评价指标体系评价农业农村现代化发展水平，但指标选取和指标权重测算方面还需斟酌，且农业农村现代化是农业现代化和农村现代化耦合共生、协调互动的现代化[2]，而中国对农业现代化与农村现代化耦合协调发展方面的研究还存在空缺。因此，该文遵循“一体设计、一并推进”的原则构建指标体系测度2010—2020年中国30个省（市、区）的农业农村现代化发展水平并分析其时空特征，引入耦合协调度模型分析农业现代化与农村现代化的协调性并探索其空间相关性，通过判断滞后类型发现农业农村现代化发展中的短板，为协调推进农业农村现代化提供一定的参考。

# 1 数据与方法

## 1.1 评价指标体系构建

农业农村现代化包含农业产业体系现代化、农业生产体系现代化、农业经营体系现代化、农村基础设施和公共服务现代化、农村居民思想观念和生活质量现代化、农村治理体系和治理能力现代化[18]，作为乡村振兴战略的目标和核心要义，农业农村现代化要通过乡村振兴的“二十字”方针支撑[4]。因此，该文以农业农村现代化内涵为根本依据，结合乡村振兴战略“二十字”方针内容，遵循农业农村现代化“一体设计、一并推进”原则，借鉴前人研究[10,18-19,21-25]，构建农业农村现代发展水平评价指标体系（表1）。

## 1.2 数据来源与处理

数据来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国城乡统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国民政统计年鉴》《中国人口与就业统计年鉴》《中国社会统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》各省（市、区）统计年鉴。农业科技人员数量缺失数据使用插值法补齐，其他部分缺失数据由相近年份数据代替补齐。为了解决不同指标的量纲、数量级和指标的正负性差异问题，该文对原始数据进行标准化处理[27]，具体公式如下：

正向指标原始数据的标准化公式为：

$$X'_{ij}=\frac{X_{ij}-\min X_j}{\max X_j-\min X_j} \tag{1}$$

负向指标原始数据的标准化公式为：

$$X'_{ij}=\frac{\max X_j-X_{ij}}{\max X_j-\min X_j} \tag{2}$$

式中：$X_{ij}$为原始数值；$X'_{ij}$为研究单元$i$指标$j$的标准化数值；$\max X_j$、$\min X_j$分别为研究单元$i$的$X_{ij}$最大值、最小值。

## 1.3 研究方法

**1.3.1 多指标综合测度法** 使用熵值法对指标赋权，根据标准化后的数据的客观离散程度确定其权重[28]。然后使用多元线性加权法分别求得农业农村现代化发展水平、农业现代化及农村现代化发展水平指数，具体公式如下：

$$p_{ij}=\frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}X_{ij}} \tag{3}$$

$$s_j=-k\sum_{i=1}^{n}p_{ij}\times\ln p_{ij}\ ,\ k=\frac{1}{\ln n} \tag{4}$$

$$w_j=\frac{1-s_j}{\sum_{i=1}^{n}(1-s_j)} \tag{5}$$

$$G=\sum_{j=1}^{m}X'_{ij}\times w_j \tag{6}$$

式中：$p_{ij}$为研究单元$i$指标$j$的归一化值；$k$为系数；$n$为研究单元总数；$s_j$为指标$j$的熵值；$w_j$为第$j$项指标的权重；$m$为参评指标个数；$G$为系统最终发展水平指数。

**1.3.2 ArcGIS空间分析** 该文选择2020年数据，运用ArcGIS 10.2软件中的自然断裂法，按照组内方差小、组间方差大的原则将不同地区划分为4个等级[29]，由低到高分别为低水平、中低水平、中高水平和高水平，探索中国各地区农业农村现代化发展水平、农业现代化以及农村现代化发展水平空间分布特征。

**1.3.3 耦合协调度模型及滞后类型判断** 耦合协调度模型共涉及耦合度（$C$）、协调度（$T$）、耦合协调度（$D$）3个指标的计算，耦合度反映系统之间的相互依赖相互制约程度，协调度体现协调状况的好坏，计算公式如下所示[30]：

表1　农业与农村现代化发展水平评价指标体系

Tab. 1　Evaluation index system of agricultural and rural modernization development level

| 领域指标 | 趋向指标 | 具体指标 | 计算公式 | 属性 | 平均权重 |
|---|---|---|---|---|---|
| 农业现代化 | 生产投入 | 人均农业生产性固定资产投资额[21,25] | 农业生产性固定资产投资额/第一产业从业人员数量 | 正向 | 0.047 |
| | | 单位面积机械总动力[12,21] | 农用机械总动力/农作物播种面积 | 正向 | 0.030 |
| | | 有效灌溉率[21-22,26] | 有效灌溉面积/耕地面积 | 正向 | 0.031 |
| | | 农业科技人员占比[21] | 农业科技人员数量/第一产业从业人员数量 | 正向 | 0.030 |
| | 产业经营 | 农林牧渔服务业产值占比[10,22] | 农林牧渔服务业产值/农林牧渔业总产值 | 正向 | 0.023 |
| | | 农业劳动生产率[18,21-22,25] | 农林牧渔业总产值/第一产业从业人员数量 | 正向 | 0.022 |
| | | 乡村非农产业从业人员占比[11,19] | 乡村非农产业从业人员数量/乡村从业人员数量 | 正向 | 0.015 |
| | 产出能力 | 肉类综合生产能力[23] | 肉类总产量 | 正向 | 0.032 |
| | | 粮食综合生产能力[24] | 粮食总产量 | 正向 | 0.036 |
| | | 土地产出率[10,12] | 农林牧渔总产值/耕地面积 | 正向 | 0.034 |
| | 可持续发展 | 化肥负荷水平[21,25] | 化肥使用量/耕地面积 | 负向 | 0.012 |
| | | 农药负荷水平[21,25] | 农药使用量/耕地面积 | 负向 | 0.009 |
| | | 万元GDP耗水[10,25] | 农业用水量/农林牧渔总产值 | 负向 | 0.013 |
| 农村现代化 | 基础设施 | 自来水普及率[10-11,10,18] | 直接获得 | 正向 | 0.018 |
| | | 燃气普及率[10,18] | 直接获得 | 正向 | 0.047 |
| | | 村中内硬化道路占比[23] | 农村硬化道路里程/农村全道路里程 | 正向 | 0.019 |
| | | 宽带普及率[10,18] | 农村宽带接入用户/乡村人口数 | 正向 | 0.032 |
| | 农民生活 | 城乡居民收入比[22-23,25] | 城镇居民可支配收入/农村居民可支配收入 | 负向 | 0.012 |
| | | 农民人均消费支出[10,19] | 直接获得 | 正向 | 0.034 |
| | | 农村居民每百户汽车拥有量[10-11,19] | 直接获得 | 正向 | 0.028 |
| | | 农村居民人均生活用电量[18-19] | 乡村人民生活用电量/乡村人口数 | 正向 | 0.102 |
| | 乡村治理 | 村委会规模 | 村委会工作人员数/村委会个数 | 正向 | 0.014 |
| | | 农村居民受教育水平[12] | 农村居民初中以上学历人数 | 正向 | 0.011 |
| | | 农村卫生人员覆盖率[10,18,22] | 农村每千人口卫生技术人员数 | 正向 | 0.049 |
| | | 律师及公证人员覆盖率 | 律师及公证人员数/乡村人口数 | 正向 | 0.109 |
| | 生态环境 | 污水处理率[10,18,23] | 直接获得 | 正向 | 0.068 |
| | | 生活垃圾处理率[10,18] | 直接获得 | 正向 | 0.021 |
| | | 森林覆盖率[12,21] | 直接获得 | 正向 | 0.023 |
| | | 无害化厕所普及率[18] | 直接获得 | 正向 | 0.020 |
| | 文明建设 | 农村居民人均文教娱乐支出[11,18,22] | 直接获得 | 正向 | 0.028 |
| | | 乡村文化站覆盖率[10,22] | 乡镇文化站数/乡村人口数 | 正向 | 0.022 |
| | | 农村居民文盲比重[22] | 直接获得 | 负向 | 0.009 |

注：乡村治理选取的指标主要反映农村地区的自治、法治、德治能力及平安乡村建设[22]，因此该文选择村委会规模、律师及公证人员覆盖率和农村卫生人员覆盖率分别代表乡村“自治”“法治”“平安乡村”建设水平；平均权重是各指标2010、2015、2020年权重的平均值。

$$C=\frac{2\sqrt{U_1U_2}}{U_1+U_2} \tag{7}$$

$$T=\alpha U_1+\beta U_2 \tag{8}$$

$$D=\sqrt{C\times T} \tag{9}$$

式中：$U_1$、$U_2$分别为农业现代化、农村现代化发展水平；$\alpha$和$\beta$为待定系数，反映系统对整体发展水平的贡献程度，该文参照前人研究[30]，基于农业现代化与农村现代化“一体设计、一并推进”的原则，设定$\alpha$和$\beta$分别等于0.5。该文根据耦合协调度将耦合协调类型划分为极度失调至优质协调10个等级[31]。

为进一步研究农业现代化与农村现代化发展进程的同步程度，发现农业农村现代化发展进程中的短板，借鉴前人[32]研究，以子系统发展水平指数的差值为依据判断相对滞后类型。相对滞后类型是比较本地的农业现代化发展水平与本地的农村现代化发展水平，若该地区农业现代化发展水平与农村现代化发展水平指数的差值大于0，则此地区为农村现代化发展水平相对滞后；若差值小于0，则

此地区为农业现代化发展水平相对滞后;若差值等于0,则此地区为平衡发展。

**1.3.4 探索性空间数据分析法(ESDA)** 通过计算2010、2015、2020年农业现代化与农村现代化发展水平耦合协调度的全局莫兰指数(Global Moran's $I$)和局部莫兰指数(Local Moran's $I$),借助Moran散点图和LISA值揭示全局和局部空间聚集、异常状态和显著程度[33]。其中,全局莫兰指数、局部莫兰指数计算公式为:

$$\text{Global Moran's } I=\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq 1}^{n}W_{ij}\left(X_i-\bar{X}\right)\left(X_j-\bar{X}\right)}{S^2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j\neq 1}^{n}W_{ij}} \quad (10)$$

$$\text{Local Moran's } I=\frac{x_i-\bar{x}}{S^2}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\left(x_j-\bar{x}\right) \quad (11)$$

式中:$n$为空间单元总数;$X_i$和$X_j$为$i$和$j$单元的农业现代化发展水平综合评价值;$\bar{X}$为均值;$S^2$为方差;$W_{ij}$为空间权重,本文采用0~1权重为空间权重。

给定显著性水平时,全局莫兰指数为正且越接近1说明全局聚集程度越高;全局莫兰指数为负且越接近-1则说明全局差异越明显。局部莫兰指数大于0表示局部空间聚集,小于0则表示局部空间异常。根据局部莫兰指数得到的Moran散点图展示各研究单元与周边研究单元的空间分布情况,若研究单元落在第一象限表示其发展水平高值被高值包,为高高集聚型;落在第二象限表示低值被高值包围,为低高集聚型;落在第三象限表示低值被低值包围,为低低集聚型;落在第四象限表示高值被低值包围,为高低集聚型,基于Moran散点图的LISA分析可以进一步显示局部空间单元聚集或异常的显著性。

## 2 结果与分析

### 2.1 农业农村现代化、农业现代化和农村现代化发展水平分析

**2.1.1 时序分析** 根据公式(1)~(6)计算农业农村现代化、农业现代化以及农村现代化发展水平指数(图1)。2010—2020年中国农业农村现代化发展水平指数以21.74%的年均增长率不断提升,从0.120增长到0.860;农业现代化发展水平指数年均增长率15.59%;农村现代化发展水平指数年均增长率26.97%,三者均呈起伏增长趋势。

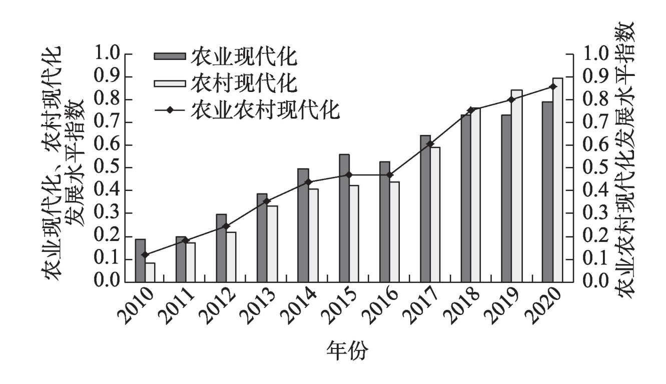



图1 2010—2020年中国农业农村现代化、农业现代化与农村现代化发展水平指数

Fig. 1 Indices of agricultural and rural modernization, agricultural modernization and rural modernization development level in China during 2010—2020

**2.1.2 空间分析** 2020年中国农业农村现代化发展低水平和中低水平等级空间上广泛的分布在各地区;高水平与中高水平等级分布范围较小且集聚在沿海地区,包含北京、天津、山东、江苏、上海、浙江、广东和福建(图2)。

农业现代化发展低水平和中低水平等级主要分布在西北、东北和西南地区;高水平和中高水平等级则主要分布在东部沿海和中部地区,另外新疆作为"老牌"畜牧业、"招牌"林果业发展基地,与粮食产量排名全国第一的黑龙江同属于农业现代化发展中高水平等级。农村现代化发展水平中高水平和高水平等级空间上分布在北京、天津、江苏、上海、浙江、福建和广东7省市,与农业农村现代化发展水平空间分布相似,除此之外的省(市、区)均为低水平和中低水平类型,农村现代化与经济区域划分原则具有较强的关联性[11],呈现由东南沿海到内陆地区的高水平到低水平等级的梯次转移。

### 2.2 农业现代化与农村现代化耦合协调性分析

**2.2.1 耦合协调度结果及空间相关性** 根据公式(7)~(9)计算耦合度和耦合协调度(表2),结果显示,2010—2020年中国农业现代化与农村现代化发展水平耦合度基本接近1,说明中国农业现代化与农村现代化互相影响、相互制约程度高;耦合协调度由0.100提升至0.995。党的十九大报告将农村现代化与农业现代化放到同等重要的战略位置,农业现代化与农村现代化协同发展受到重视,农业现代化和农村现代化耦合协调等级提高。

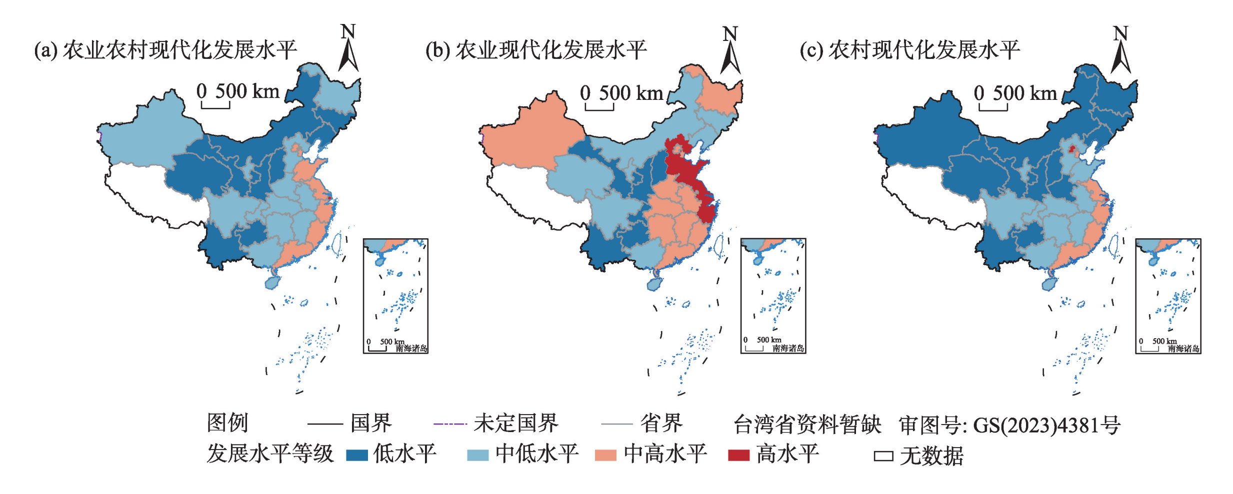



图2　2020年中国农业农村现代化、农业现代化及农村现代化发展水平空间分布

Fig. 2　Spatial distributions of agricultural and rural modernization, agricultural modernization and rural modernization development level in China in 2020

**表2　2010—2020年中国农业现代化与农村现代化发展水平耦合协调度**

**Tab. 2　Coupling coordination of agricultural modernization and rural modernization development level in China during 2010—2020**

| 年份 | 耦合度 | 耦合协调度 | 耦合协调等级 |
|---|---|---|---|
| 2010 | 1.000 | 0.100 | 严重失调 |
| 2011 | 0.814 | 0.244 | 中度失调 |
| 2012 | 0.999 | 0.425 | 濒临失调 |
| 2013 | 1.000 | 0.570 | 勉强协调 |
| 2014 | 0.992 | 0.673 | 初级协调 |
| 2015 | 0.981 | 0.712 | 中级协调 |
| 2016 | 0.993 | 0.706 | 中级协调 |
| 2017 | 0.996 | 0.825 | 良好协调 |
| 2018 | 0.999 | 0.928 | 优质协调 |
| 2019 | 1.000 | 0.953 | 优质协调 |
| 2020 | 1.000 | 0.995 | 优质协调 |

中国省域农业农村现代化发展水平空间分布差异较大，省域耦合协调度内部差异及空间分布特征还需进一步探索。因此，使用ESDA方法，探索农业与农村现代化协调发展的空间集聚与分异。2010、2015年和2020年全国省域耦合协调度的全局莫兰指数在0.491~0.522之间（表3），说明中国农业现代化发展水平与农村现代化发展水平耦合协调度呈显著的同类集聚。

根据公式（11）计算局部莫兰指数，并绘制Moran散点-LISA分布图（图3），分析局部空间集聚情况。由图3可知，2010—2020年显著高高集聚型和

**表3　2010、2015年和2020年中国农业现代化发展水平与农村现代化发展水平耦合协调度的全局莫兰指数**

**Tab. 3　Global Moran's *I* of coupling coordination of agricultural modernization and rural modernization development level in China in 2010, 2015 and 2020**

| 年份 | 全局莫兰指数 | *Z*值 | *P*值 |
|---|---|---|---|
| 2010 | 0.491 | 4.752 | 0.000 |
| 2015 | 0.485 | 4.660 | 0.000 |
| 2020 | 0.522 | 5.042 | 0.000 |

注：正态分布中，如果计算得到$Z>2.58$或$Z<-2.58$，则结果在1%水平下具有统计上的显著性；$P<0.01$，则结果在1%水平下具有统计上的显著性。

高高集聚型分布范围维持在东部沿海地区，显著低低集聚和低低集聚型则锁定在东北、西部和中部地区，其中显著低低集聚型数量增多且空间上有北移趋势。表现为空间异常的高低集聚和低高集聚型地区分布高耦合协调度与低耦合协调度的过渡区域，2020年农业现代化和农村现代化发展水平耦合协调度高值与低值地区过渡区域较2015年明显减少，区域对立趋势增强，高值地区难以向低值地区扩张，这种情况在北方尤其东北地区更加明显。

**2.2.2　*协调类型及滞后类型分析***　2020年农业现代化与农村现代化发展水平协调类型多为勉强协调及以下协调等级，且均为农业农村现代化发展水平中低水平和低水平等级；初级协调及以上协调等级均为农业现代化发展水平较高和高水平等级，其中上海的农业农村现代化发展水平表现为高水平且为优质协调（表4）。

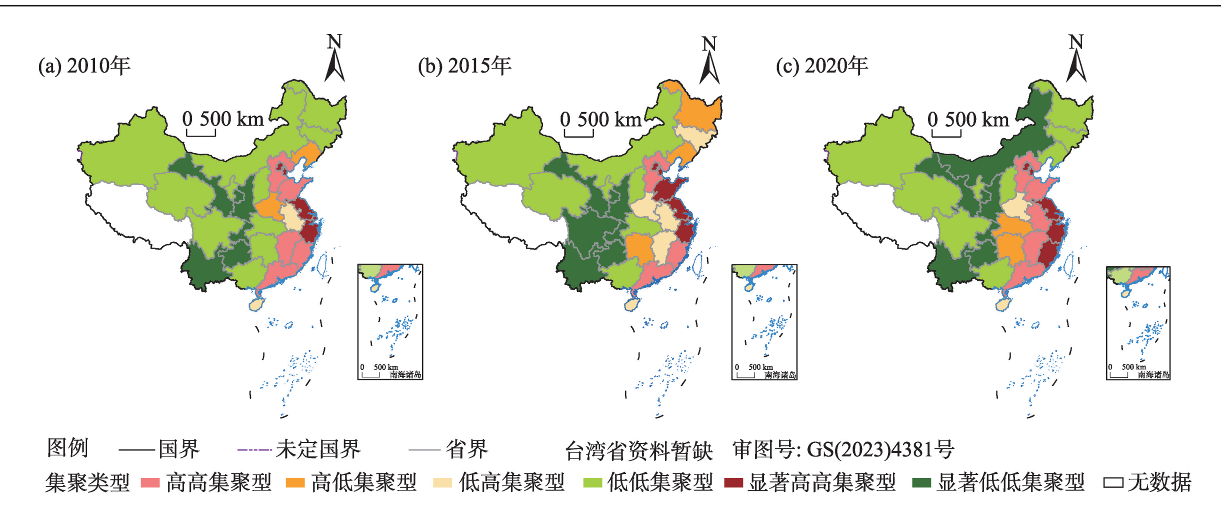



图3 2010、2015年和2020年全国省域耦合协调度Moran散点-LISA分布图

Fig. 3 Moran scatter-LISA distribution map of national provincial coupling coordination in 2010, 2015 and 2020

**表4 2020年农业农村现代化发展水平及耦合协调类型分布**

**Tab. 4 Development level of agricultural and rural modernization and distribution of coupling and coordination types in 2020**

| 耦合协调等级 | 农业农村现代化发展水平 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 低水平 | 中低水平 | 中高水平 | 高水平 |
| 严重失调 | 甘肃 | - | - | - |
| 中度失调 | 山西、云南、贵州 | 重庆 | - | - |
| 轻度失调 | 内蒙古、辽宁、吉林、陕西、青海 | - | - | - |
| 濒临失调 | - | 黑龙江、河南、广西、海南、宁夏、新疆、四川 | - | - |
| 勉强协调 | - | 安徽、湖北、江西、湖南、河北 | - | - |
| 初级协调 | - | - | 福建、天津、山东、广东、 | - |
| 中级协调 | - | - | 北京、江苏、浙江 | - |
| 优质协调 | - | - | - | 上海 |

通过计算农业现代化发展水平指数与农村现代化发展水平指数的差值判断农业农村现代化发展的相对滞后类型(图4)。初级协调及以上协调等级中上海、天津和北京为农业现代化发展水平相对滞后类型。2020年上海的农业农村现代化发展水平、农业现代化发展水平和农村现代化发展水平均排名全国第1,农业科技进步贡献率比全国平均水平高出19%[34],乡村人口占比不断下降、乡村基础设施不断完善,城乡收入差距为全国平均水平的70%左右,与现代化后期农村现代化对农业现代化强反作用力特征吻合[8]。同为农村现代化发展高水平等级的天津和北京,2020年农业现代化发展水平指数分别排名全国第12和第13,农业农村现代化发展水平指数仅为上海的61.63%和70.51%。2020年北京人均第一产业生产设备投入仅为全国平均水平的1/20,但万元农业GDP耗水却为全国平均水平的1.8倍,且北京和天津的农林牧渔服务业产值占比都低于全国平均水平,低投入、低效率、高能耗的农业生产模式不利于天津和北京的农业现代化发展。福建、浙江、山东为农村现代化发展水平相对滞后型,广东和江苏的农业现代化发展水平指数与农村现代化发展水平指数差值小于0.05,相对平衡发展,以上几省的农业农村现代化发展水平、农业现代化发展水平及农村现代化发展水平2020年排名虽位于全国前15名,但农业农村发展水平指数在上海的50%~65%之间,可能是由于未找到农业与农村协同发展的最佳方式,所以耦合协调度一直停留在初级和中级协调阶段。

勉强协调及以下协调等级大多为农村现代化发展水平相对滞后型,包括11个粮食主产区,农业现代化发展水平明显高于农村现代化发展水平,由于二者失调,导致农业农村现代化发展水平偏低;

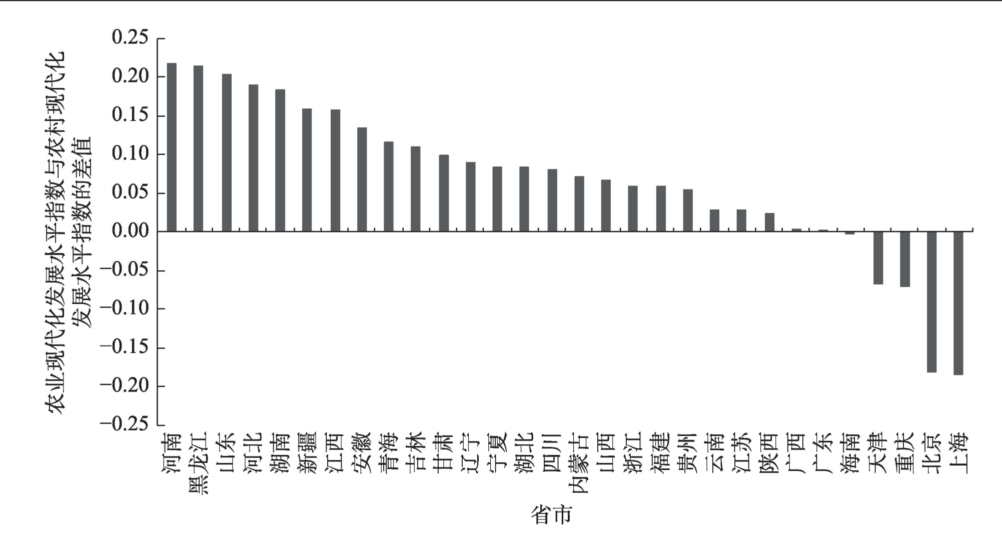



图4 2020年省域农业现代化发展水平指数与农村现代化发展水平指数差值

Fig. 4 Difference between the provincial agricultural modernization development level index and the rural modernization development level index in 2020

也存在平衡但不协调类型，譬如陕西、广西、海南、云南，存在水热条件不佳或土地类型及耕地面积受限等缺陷，且经济欠发达，陷入农业类高素质人才缺失和农业资金流失的困境，农村现代化发展水平也一直是较低和低水平等级，农业与农村现代化发展水平处于“双低困境”，农业现代化与农村现代化发展存在相互抑制、相互制约的风险。

## 3 讨 论

与现有大多数测度和分析农业农村现代化发展水平的研究[17,22–24,35]相比，本文考虑农业农村现代化是由农业现代化和农村现代化2个相互独立又相互联系的子系统有机耦合而成的整体[6,8]，推进农业农村现代化过程需要农业现代化与农村现代化耦合共生、融合互补、协调互动[2]，因此，借鉴覃诚等[10]的做法，构建包含农业现代化和农村现代化2个子系统的农业农村现代化发展水平综合评价指标体系，分别测度农业农村现代化发展水平与2个子系统的发展水平，但上述研究并未探索二者协调程度及其对农业农村现代化发展水平的影响。因此，本文使用耦合协调度模型分析农业现代化与农村现代化发展水平的耦合协调关系，得到耦合协调等级优劣与农业农村现代化发展水平等级高低呈同向相关的结果，并进一步判断发展的滞后类型，发现农业农村现代化发展的短板。

根据测度和时空分析结果，本文讨论了各地区推进农业现代化和农村现代化发展的对策：(1) 东部沿海地区应基于发达的二三产业延长农业产业链，借助优越的地理位置和便利的交通条件发展创汇农业，但由于地均化肥、农药及能耗较高，需注意农业的可持续发展问题；东北地区产业经营系统水平指数较低，应积极培育新型农业经营主体、大力发展农业社会化服务体系；西北地区应加强农业基础设施建设并大力发展畜牧业和林果业。西南地区由于存在森林和湿地等特殊地形地貌，应注重生态环境的维护，在此基础上发展生态农业。(2) 沿海发达地区农村基础设施建设水平优于其他地区，但是乡村文明建设还有待提高，应进一步提高农民文化教育等方面的公共服务；其他地区存在农村基础设施建设较差和农民生活水平偏低的共性问题，乡村治理水平也较低，应逐步形成政府主导、社会资本投入乡村建设的基本格局，特别是西北和东北地区要注意乡村生活垃圾、污水处理水平的改善。

根据耦合协调等级和滞后类型，本文讨论了各地区协同推进农业现代化与农村现代化以实现农业农村现代化的对策：(1) 初级协调及以上等级中，北京、天津等农业现代化发展水平相对滞后类型地区应摒弃长期依靠城市扩张带来的扩张性增长与资源转换带来的商业收割，借助科技、人才、资金优势大力发展保障都市基本农产品供应的城郊农业和高附加值的创意农业。福建、浙江、山东、江苏、广东应注意农业产业与区域特征的适配度，避免“产业复制”“千村一面”。(2) 勉强协调及以下等级

中,农村现代化发展水平相对滞后地区应在保障粮食和其他农产品供给的同时保证农村发展政策的有效性,避免农业现代化与农村现代化发展脱节;"双低"但失调地区应正确认识农业与农村现代化的关系,立足乡村现状和区域优势,发展农村新产业、新业态、新模式。

然而,农业农村现代化是一个发展的概念,不同时期农业农村现代化发展的主要矛盾会发生改变,因此今后的研究中农业现代化发展水平评价指标体系中需不断完善;另外,影响农业现代化与农村现代化协调性的具体原因还需要进一步通过可靠的实证分析进行验证,为今后全面、高效推进农业农村现代化提供强有力的依据。

## 4 结 论

(1) 2010—2020年中国农业农村现代化、农业现代化和农村现代化发展水平均为波动上升趋势。2020年农业农村现代化和农村现代化发展水平高水平与中高水平等级均集聚在东部沿海地区,农业现代化高水平和中高水平等级则主要分布在东部沿海地区和中部地区,还包括新疆和黑龙江,其余地区均为中低和低水平等级,农业现代化和农村现代化发展水平空间分布差异较大。

(2) 2010—2020年中国农业现代化与农村现代化耦合协调度不断增长,全局莫兰指数在0.491~0.522之间,空间上呈显著的同类集聚,其中高值集聚类型由沿海地区向内陆缓慢扩张,低值集聚类型有北移趋势,高值与低值地区过渡区域减少、对立趋势增强。

(3) 农业现代化与农村现代化发展水平耦合协调等级优劣与农业农村现代化发展水平等级高低呈同向相关。初级协调及以上等级中,北京、上海、天津为农业现代化发展水平相对滞后,山东、浙江、福建表现为农村现代化发展水平相对滞后,江苏、广东则较平衡发展;勉强协调及以下类型基本为农村现代化发展水平相对滞后以及农业现代化发展水平和农村发展水平"双低"且失调。

## 参考文献(References)

[1] 高强, 曾恒源. "十四五"时期农业农村现代化的战略重点与政策取向[J]. 中州学刊, 2020(12): 1-8. [Gao Qiang, Zeng Hengyuan. Strategic focus and policy orientation of agricultural and rural modernization during the 14th Five-Year Plan Period[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2020(12): 1-8. ]

[2] 姜长云, 李俊茹. 关于农业农村现代化内涵、外延的思考[J]. 学术界, 2021(5): 14-23. [Jiang Changyun, Li Junru. Reflections on the connotation and extension of agricultural and rural modernization[J]. Academics, 2021(5): 14-23. ]

[3] 郭林涛. 我国中长期粮食供应的脆弱性分析及其应对[J]. 中州学刊, 2020(8): 32-37. [Guo Lintao. Analysis on the vulnerability of China's medium and long term grain supply and its coping strategies[J]. Academic Journal of Zhongzhou, 2020(8): 32-37. ]

[4] 陈燕. 农业农村现代化与乡村振兴: 内在逻辑与机制建构[J]. 学习与探索, 2021(10): 114-121. [Chen Yan. Agricultural and rural modernization and rural revitalization: Internal logic and mechanism construction[J]. Study & Exploration, 2021(10): 114-121. ]

[5] 彭超, 刘合光. "十四五"时期的农业农村现代化: 形势、问题与对策[J]. 改革, 2020(2): 20-29. [Peng Chao, Liu Heguang. Agriculture and rural modernization during the 14th Five-Year Plan Period: The situation, problems and countermeasure[J]. Reform, 2020(2): 20-29. ]

[6] 杜志雄. 农业农村现代化: 内涵辨析、问题挑战与实现路径[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2021, 21(5): 1-10. [Du Zhixiong. Several thoughts on promoting the agricultural and rural modernization connotation discrimination, challenges and realization paths[J]. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2021, 21(5): 1-10. ]

[7] 张磊. 农村自来水普及率达到84%[N]. 健康报, 2023-02-23(004). [Zhang Lei. The popularization rate of rural tap water has reached 84%[N]. Health News, 2023-02-23(004). ]

[8] 陈明. 农业农村现代化的世界进程与国际比较[J]. 经济体制改革, 2022(4): 151-159. [Chen Ming. The world process and international comparison of agricultural and rural modernization[J]. Reform of Economic System, 2022(4): 151-159. ]

[9] Liu Y S, Li Y H. Revitalize the world's countryside[J]. Nature, 2017, 548(7667): 275-277.

[10] 覃诚, 汪宝, 陈典, 等. 中国分地区农业农村现代化发展水平评价[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(4): 173-182. [Qin Cheng, Wang Bao, Chen Dian, et al. Evaluation on the development level of agricultural anf rural modernization by regions in China[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, 43(4): 173-182. ]

[11] 钱佰慧, 郭翔宇, 张翔玮, 等. 省域农村现代化水平评价与区域差异分析[J]. 农业现代化研究, 2022, 43(5): 769-779. [Qian Baihui, Guo Xiangyu, Zhang Xiangwei, et al. The evaluation of provincial rural modernization level and the analysis of regional differences[J]. Research of Agricultural Modernization, 2022, 43(5): 769-779. ]

[12] 钟水映, 李强谊, 徐飞. 中国农业现代化发展水平的空间非均衡及动态演进[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(7): 145-152.

[Zhong Shuiying, Li Qiangyi, Xu Fei. Spatial inequality and distributional dynamics of the development level of agricultural modernization in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(7): 145-152. ]

[13] 蒋永穆. 从"农业现代化"到"农业农村现代化"[J]. 红旗文稿, 2020(5): 30-32. [Jiang Yongmu. From "agricultural modernization" to "agricultural and rural modernization"[J]. Red Flag Manuscript, 2020(5): 30-32. ]

[14] 李周, 温铁军, 魏后凯, 等. 加快推进农业农村现代化:"三农"专家深度解读中共中央一号文件精神[J]. 中国农村经济, 2021(4): 2-20. [Li Zhou, Wen Tiejun, Wei Houkai, et al. Accelerating the modernization of agriculture and rural: "Three rural issues" experts deeply interpret the spirit of the No. 1 central document of the CPC central committee[J]. Chinese Rural Economy, 2021(4): 2-20. ]

[15] 孔祥智, 赵昶. 农村现代化的内涵及实现路径[J]. 中国国情国力, 2021(4): 4-8. [Kong Xiangzhi, Zhao Chang. The connotation and implementation path of rural modernization[J]. China National Conditions and Strength, 2021(4): 4-8. ]

[16] 贺艳. 加快农村现代化的难点与路径[J]. 人民论坛, 2022(10): 66-68. [He Yan. The difficulties and paths of accelerating rural modernization[J]. People's Tribune, 2022(10): 66-68. ]

[17] 张俊婕. 中国农业农村现代化发展水平的时空特征及障碍因子分析[J]. 经济体制改革, 2022(2): 87-94. [Zhang Junjie. Analysis on the spatial-temporal characteristics and obstacle factors of the development level of China's agricultural and rural modernization [J]. Reform of Economic System, 2022(2): 87-94. ]

[18] 国务院发展研究中心农村经济研究部课题组, 叶兴庆, 程郁. 新发展阶段农业农村现代化的内涵特征和评价体系[J]. 改革, 2021(9): 1-15. [Research Groups of Research Department of Rural Economic, Development Research Center of the State Council, Ye Xingqing, Cheng Yu. The connotation and evaluation system of agricultural and rural modernization in the new development stage [J]. Reform, 2021(9): 1-15. ]

[19] 李刚, 李双元. 青海省农业农村现代化发展水平研究[J]. 农业现代化研究, 2020, 41(1): 24-33. [Li Gang, Li Shuangyuan. Evaluating the development levels of agricultural and rural modernizations in Qinghai Province[J]. Research of Agricultural Modernization, 2020, 41(1): 24-33. ]

[20] 陆益龙. 乡村振兴中的农业农村现代化问题[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2018, 35(3): 48-56. [Lu Yilong. Issues of agricultural and rural modernization in rural vitalization[J]. Journal of China Agricultural University (Social Sciences Edition), 2018, 35 (3): 48-56. ]

[21] 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 中国农业现代化发展水平空间分异及类型[J]. 地理学报, 2014, 69(2): 213-226. [Long Dongping, Li Tongsheng, Miao Yuanyuan, et al. The spatial distribution and types of the development level of Chinese agricultural modernization[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(2): 213-226. ]

[22] 辛岭, 刘衡, 胡志全. 我国农业农村现代化的区域差异及影响因素分析[J]. 经济纵横, 2021(12): 101-114. [Xin Ling, Liu Heng, Hu Zhiquan. The temporal and spatial evolution and influencing factors of China's agricultural and rural modernization[J]. Economic Review Journal, 2021(12): 101-114. ]

[23] 姜长云, 李俊茹. 2035年中国特色的农业农村现代化指标体系研究[J]. 全球化, 2021(4): 92-108, 136. [Jiang Changyun, Li Junru. Research on the index system of agricultural and rural modernization with Chinese characteristics in 2035[J]. Globalization, 2021 (4): 92-108, 136. ]

[24] 张小允, 许世卫. 我国农业农村现代化评价指标体系研究[J]. 农业现代化研究, 2022, 43(5): 759-768. [Zhang Xiaoyun, Xu Shiwei. Study on the construction of an evaluation index system for agricultural and rural modernization in China[J]. Research of Agricultural Modernization, 2022, 43(5): 759-768. ]

[25] 安晓宁, 辛岭. 中国农业现代化发展的时空特征与区域非均衡性[J]. 资源科学, 2020, 42(9): 1801-1815. [An Xiaoning, Xin Ling. The spatiotemporal characteristics and regional non-equilibrium of agricultural modernization development in China[J]. Resources Science, 2020, 42(9): 1801-1815. ]

[26] 姚成胜, 胡宇, 黄琳. 江西省农业现代化发展水平综合评价及其推进路径与区域模式选择[J]. 中国农业资源与区划, 2020, 41 (5): 65-75. [Yao Chengsheng, Hu Yu, Huang Lin. Comprehensive evaluation of agricultural modernization and its promoting path and regional model selection in Jiangxi Province[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2020, 41(5): 65-75. ]

[27] 刘玉洁, 吕硕, 陈洁, 等. 青藏高原农业现代化时空分异及其驱动机制[J]. 地理学报, 2022, 77(1): 214-227. [Liu Yujie, Lü Shuo, Chen Jie, et al. Spatio-temporal differentiation of agricultural modernization and its driving mechanism on the Qinghai-Tibet Plateau [J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(1): 214-227. ]

[28] 姚岚博, 冶建明, 王芸, 等. 干旱区人居环境系统耦合协调的时空演变及作用机制研究——以新疆为例[J]. 干旱区地理, 2023, 46(6): 1013-1023. [Yao Lanbo, Ye Jianming, Wang Yun, et al. Spatiotemporal evolution and mechanism of coupling coordination of human settlements system in arid area: A case of Xinjiang [J]. Arid Land Geography, 2023, 46(6): 1013-1023.

[29] 于正松, 李同昇, 龙冬平, 等. 陕、甘、宁三省(区)农业现代化水平格局演变及其动因分析[J]. 地理科学, 2014, 34(4): 411-419. [Yu Zhengsong, Li Tongsheng, Long Dongping, et al. The pattern evolution and its reasons about the agricultural modernization in Shaanxi-Gansu-Ningxia Region[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(4): 411-419. ]

[30] 田云, 林子娟. 中国省域农业碳排放效率与经济增长的耦合协调[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(4): 13-22. [Tian Yun, Lin Zijuan. Coupling coordination between agricultural carbon emission efficiency and economic growth at provincial level in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(4): 13-22. ]

[31] 李群, 刘基伟. 林业生态、保护、产出及效率视角下的耦合协调性分析——基于中国31个省(区、市)面板数据的实证检验[J]. 林业经济, 2022, 44(3): 5-22. [Li Qun, Liu Jiwei. Coupled coordination analysis in the perspective of forestry ecology, conservation, output and efficiency: An empirical test based on panel data of 31 provinces in China[J]. Forestry Economics, 2022, 44(3): 5-22. ]

[32] 陈涛, 杨佳怡, 陈池波. 新型城镇化与农业现代化耦合协调度评价[J]. 统计与决策, 2022, 38(12): 70-74. [Chen Tao, Yang Jiayi, Chen Chibo. Evaluation of the coupling coordination degree between new urbanization and agricultural modernization[J]. Statistics & Decision, 2022, 38(12): 70-74. ]

[33] 孟晓, 田明华, 于法稳. 山东省农业现代化发展水平时空演化及影响因素研究[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2023, 31(8): 1194-1207. [Meng Xiao, Tian Minghua, Yu Fawen. Spatiotemporal evolution and influencing factors of the development level of agricultural modernization in Shandong Province[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2023, 31(8): 1194-1207. ]

[34] 胡立刚. 逐浪农业农村现代化[N]. 农民日报, 2022-07-20(001). [Hu Ligang. Pursuing modernization of agriculture and rural areas [N]. Farmers' Daily, 2022-07-20(001). ]

[35] 谢会强, 王涵, 谭宇航. 中国农业农村现代化发展水平的时空演变特征及区域差异研究[J]. 世界农业, 2023(3): 85-96. [Xie Huiqiang, Wang Han, Tan Yuhang. Spatia-temporal evolution characteristics and regional differences of agriculturaland rural modernization development level in China[J]. World Agriculture, 2023(3): 85-96. ]

# Measurement and its coordination of the development level of agricultural and rural modernization in China

MENG Xiao, TIAN Minghua, DU Lei, MA Shuang

(School of Economics and Management, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Promoting the modernization of agriculture and rural areas is a major task in the overall development of a powerful socialist modernization country. This study constructs a comprehensive evaluation index system to measure the level of agricultural and rural modernization development in 30 provinces (cities, autonomous regions) of China from 2010 to 2020 and analyzes their spatiotemporal characteristics. The coupling coordination degree model is introduced to analyze the coordination between agricultural and rural modernization and to explore its spatial correlation. Identify the shortcomings of agricultural and rural modernization development by judging the lagging types. The results are as follows: (1) From 2010 to 2020, the level of agricultural and rural modernization, rural modernization, and agricultural modernization development in China exhibited a fluctuating upward trend. Higher levels of agricultural and rural modernization are concentrated in small areas along the coast, whereas the rest of the areas are at lower levels. Furthermore, there is a significant spatial difference between the development level of agricultural and rural modernization. (2) The coupling and coordination between agricultural and rural modernization are constantly improving; however, the trend of opposition between high and low-value agglomeration areas is increasing. (3) Shanghai, Tianjin, and Beijing have a relatively low level of agricultural modernization development; Shandong, Zhejiang, and Fujian have a relatively low level of rural modernization development, whereas Jiangsu and Guangdong have a balanced level of both. Other regions belong to the category of barely coordinated or below, with backward levels of rural modernization development or low and imbalanced levels of agricultural and rural modernization development.

**Key words:** agricultural and rural modernization; development level; coupling coordination; spatiotemporal characteristics